

Translation of Abstract of German Patent 44 01 718

Patent Proprietor: Anke GmbH & Co. KG, 45136 Essen, Germany
Title: Method and apparatus for treating production parts in a vacuum atmosphere

Filed on: January 1, 1995
Granted on: August 18, 1995

Abstract:

Method for treating production parts in a vacuum atmosphere, in particular for PVD coating the surfaces of production parts, comprising a vacuum chamber for the production parts which after charging is evacuated for treating the production parts,

wherein assigned to the vacuum chamber is a buffer chamber having a chamber volume at least comparable with the chamber volume of the vacuum chamber,

a vacuum atmosphere is permanently maintained in the buffer chamber, i.e. also during charging or when the vacuum chamber is open for other reasons, by means of a permanently operating evacuating pump, and after closing the vacuum chamber, the latter is connected to the buffer chamber so that a direct pressure balance is produced between the chambers,

characterized in that the vacuum chamber is open on at least one side and with its open side is sealingly attached to a production part, thereby creating a sealed chamber volume which covers only one interesting surface portion of the production part, and that after attachment only this specific chamber volume is evacuated.

This Page Blank (uspto)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 44 01 718 C 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 23 C 14/24

②1 Aktenzeichen: P 44 01 718.9-45
②2 Anmeldetag: 21. 1. 94
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 8. 95

DE 4401718 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Anke GmbH & Co. KG, 45136 Essen, DE

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr, Weidener,
45128 Essen

⑦2 Erfinder:
Halling, Hans-Harald, Dr.-Ing., 42555 Velbert, DE;
Kleinz, Helmut, 45149 Essen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 14 46 262
GB 13 21 640

DE-B: Lux: Anorganisch-chemische
Experimentierkuns(1959), S. 430;

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre

⑤7 Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre, insbesondere zur PVD-Beschichtung von Werkstück-Oberflächen, mit einer Vakuumkammer für das Werkstück, die nach dem Beschicken zum Bearbeiten des Werkstückes evakuiert wird, wobei der Vakuumkammer eine ein mindestens mit dem Kammervolumen der Vakuumkammer vergleichbares Kammervolumen aufweisende Pufferkammer zugeordnet ist, in der Pufferkammer durchgehend, d. h. auch während des Beschickens oder anderweitigen Offenstehens der Vakuumkammer durch dauerndes Abpumpen mittels einer Evakuierungspumpe eine Vakuumatmosphäre eingehalten wird und nach Schließen der Vakuumkammer diese mit der Pufferkammer verbunden und ein unmittelbarer Druckausgleich zwischen den Kammern herbeigeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumkammer zumindest an einer Seite offen ist und mit der offenen Seite abdichtend an ein Werkstück angesetzt wird, daß so ein abgeschlossenes Kammervolumen entsteht, das nur einen interessierenden Oberflächenabschnitt des Werkstücks abdeckt und daß nach dem Ansetzen nur dieses begrenzte Kammervolumen evakuiert wird.

DE 4401718 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre, insbesondere zur PVD-Beschichtung von Werkstück-Oberflächen, mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Die Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre kann unter ganz unterschiedlichen Randbedingungen erfolgen. Das vorliegende Verfahren befaßt sich konkret mit der physikalischen Abscheidung aus der Gasphase, der sogenannten PVD-Beschichtung (physical vapor deposition) von Werkstück-Oberflächen, ist aber auch auf andere Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken anwendbar, die eine Vakuumatmosphäre erfordern. Vakuumatmosphäre als Definition ist natürlich immer hinsichtlich des konkret realisierbaren Restdruckes von dem speziellen Bearbeitungsverfahren abhängig, im Bereich der PVD-Beschichtung handelt es sich um den Bereich des Feinvakuums (unter 10 mbar) bzw. des Hochvakuum (beispielsweise etwa 0,01 mbar). Der Begriff der "Vakuumatmosphäre" in dieser Anmeldung ist also entsprechend zu verstehen.

Um beim Verfahren der PVD-Beschichtung zu bleiben, ist zunächst darauf hinzuweisen, daß nach diesem Beschichtungsverfahren im Vakuum durch physikalische Verfahren Dampf erzeugt wird, der sich dann auf der zu beschichtenden Werkstück-Oberfläche, des sogenannten Substrats, niederschlägt. Nach Art der Dampfquelle und der Befestigung des Substrats unterscheidet man das Aufdampfen, das Sputtern und das Ionenplattieren, wobei für die Zukunft sicherlich weitere PVD-Beschichtungsverfahren entwickelt werden. Ausführlichere Informationen zu den Verfahren der PVD-Beschichtung finden sich im "Lexikon Werkstofftechnik" VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991, Seiten 5 ff. Wesentlich ist, daß man mit einer Vakuumkammer für das Werkstück arbeitet, die nach dem Beschicken zum Bearbeiten des Werkstückes evakuiert wird.

Frühere Vorrichtungen der in Rede stehenden Art hatten Chargenzeiten von mehreren Stunden, von denen überwiegende Teil häufig bis 75% nur für das Erreichen eines ausreichenden Vakuums in der Vakuumkammer benötigt wurde.

Bei einer hinsichtlich der Chargenzeit erheblich verbesserten Vorrichtung (DE-B-1 446 262) läßt sich der Druck in der Vakuumkammer nach deren Schließen schlagartig herabsetzen, in dem parallel zur Vakuumkammer eine Pufferkammer eingesetzt ist, die während des Beschickens oder anderweitigen Offenstehens der Vakuumkammer auf Vakuum gehalten wird. Natürlich muß die Evakuierungspumpe nach dem Druckausgleich zwischen den Kammern weiter den Druck in der Vakuumkammer herabsetzen, bis die für die Bearbeitung erforderliche Vakuumatmosphäre erreicht wird, ein Großteil der bislang nötigen Pumpzeit wird aber eingespart, nämlich in den Zeitraum parallel zum Beschicken oder anderweitigen Offenstehen der Vakuumkammer verlagert. Theoretisch kann man dabei mit zwei Evakuierungspumpen (bzw. Pumpensystemen) arbeiten, nämlich sowohl der Vakuumkammer als auch der Pufferkammer eine eigene Evakuierungspumpe zuordnen, dort wird aber mit nur einer Evakuierungspumpe bzw. einem entsprechenden Pumpensystem sowie einem Umschaltventil gearbeitet.

Bei der bekannten Vorrichtung mit Vakuumkammer und Pufferkammer sind Vakuumkammer und Puffer-

kammer etwa gleich groß, weil man Werkstücke unterschiedlicher Größe in der Vakuumkammer beschichten möchte. Damit sind die Chargenzeiten in bestimmter Größe vorgegeben.

Soll von einer Werkstück-Oberfläche nur ein relativ geringer Abschnitt beschichtet werden, so kann man zwar den Materialverbrauch an Beschichtungsmittel dadurch minimieren, daß man das Substrat als Einsatzteil des Gesamt-Werkstückes realisiert und nur das Einsatzteil in der Vakuumatmosphäre beschichtet, an der Chargenzeit der vorgegebenen Vorrichtung ändert das aber nichts. Außerdem ist es häufig vom Werkstück her nicht möglich, ein separiertes Einsatzteil vorzusehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte, zuvor erläuterte Verfahren hinsichtlich der Chargenzeit weiter zu verbessern für den Anwendungsfall, daß nur ein Abschnitt einer Werkstück-Oberfläche beschichtet werden muß. Gegenstand der Erfindung ist auch eine entsprechende Vorrichtung.

Die zuvor aufgezeigte Aufgabe ist bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1 gelöst. Anspruch 2 beschreibt eine entsprechende Vorrichtung.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß man zur Bearbeitung großer Werkstücke, die nur in relativ kleinen Bereichen, z. B. an einem Lagersitz, bearbeitet, insbesondere PVD-beschichtet werden müssen, mit einer Vakuumkammer kleinen Kammervolumens arbeitet, die an das Werkstück abdichtend angesetzt wird. Man muß dann nur dieses begrenzte Kammervolumen evakuieren, was für diesen Fall die Chargenzeit erheblich verkürzt, von Energieeinsparnis etc. gänzlich abgesehen. Dieses Verfahren kann man natürlich auch nur bei Werkstücken entsprechender Formgebung einsetzen, es stellt aber eine vorteilhafte, eine Chargenzeit realisierende Möglichkeit dann dar, wenn beispielsweise Einsatzteile nicht separiert werden können.

Natürlich ist es so, daß die Druckherabsetzung beim Verbinden der Pufferkammer mit der Vakuumkammer desto größer ist, je größer das Kammervolumen der Pufferkammer ist. Im hier angegebenen Verfahren, bei dem die Vakuumkammer regelmäßig ein besonders geringes Kammervolumen haben kann, läßt sich hier ein beachtliches Verhältnis der Kammervolumina realisieren, so daß schon nach dem Druckausgleich zwischen den Kammern ein sehr gutes Vakuum zur Verfügung steht.

Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Vorrichtung darf auf die Ansprüche 2 und 3 verwiesen werden. Im übrigen wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt die einzige Figur eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Die einzige Figur zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre, hier nämlich zur PVD-Beschichtung nach dem Verfahren des Aufdampfens. Man erkennt zunächst die Vakuumkammer 1, häufig auch als Vakuumrezipient bezeichnet, die an eine Evakuierungspumpe 2 angeschlossen ist. Bei der Evakuierungspumpe 2 kann es sich auch um ein Pumpsystem handeln, was insbesondere dann stets der Fall sein wird, wenn man im Hochvakuum arbeitet, da man dann unterschiedliche Typen von Pumpen für die unterschiedlichen Vakuumbereiche einsetzen muß.

Im einzelnen erkennt man das Werkstück 3, dessen

Oberfläche hier PVD-beschichtet werden soll. Im Kammervolumen der Vakuumkammer 1 soll ein Druck geringer als 10 mbar herrschen, dazu ist die Evakuierungspumpe 2 über eine Flanschverbindung 4 und ein Rohrleitungssystem 5 sowie eine Ventilanordnung 6 mit der Vakuumkammer 1 verbunden. In der Vakuumkammer 1 erkennt man eine Probe des Beschichtungsmaterials 7 und einen beheizten Tiegel 8 zur Erzeugung der Energie zur Verdampfung mit dazugehöriger Energieversorgung 9.

Links von der Vakuumkammer 1 befindet sich eine erheblich größere Kammervolumen als die Vakuumkammer 1 aufweisende Pufferkammer 10, die mit der Vakuumkammer 1 über eine Druckausgleichsverbindung 11 mit einem Ventil 12 verbunden ist.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Evakuierungspumpe 2, wie jedenfalls für den Zeitraum der Öffnung der Vakuumkammer 1 erforderlich, an die Pufferkammer 10 angeschlossen. Wäre das stets der Fall, so müßte die Vakuumkammer 1 nach Herstellung des Druckausgleichs zwischen den Kammern 1, 10 stets über die Pufferkammer 10 weiter evakuiert und auf das gewünschte Vakuum gebracht werden. Damit wäre dann zwar anschließend gleichzeitig auch die Pufferkammer 10 auf dem gewünschten niedrigen Druck, die Chargenzeit wäre aber unnötig hoch. Deshalb ist das dargestellte Ausführungsbeispiel mit der weiter oben schon erwähnten Ventilanordnung 6 versehen, über die die Evakuierungspumpe 2 sowohl mit der Pufferkammer 10 als auch mit der Vakuumkammer 1 verbindbar ist. Dann kann realisiert werden, daß man unmittelbar nach dem Erreichen des Druckausgleichs zwischen den Kammern 1, 10 die Verbindung der beiden Kammern wieder aufhebt und die Evakuierungspumpe 2 auf die Vakuumkammer 1 zurückschaltet, so daß während dieser Phase nur das Kammervolumen der Vakuumkammer 1 evakuiert zu werden braucht, was natürlich wesentlich schneller geht. Erst vor dem erneuten Öffnen der Vakuumkammer 1 nach Durchführung der Bearbeitung des Werkstückes 3 wird die Evakuierungspumpe 2 mittels der Ventilanordnung 6 wieder auf die Pufferkammer 10 zurückgeschaltet und setzt dort die Evakuierung während des Beschickens der Vakuumkammer 1 mit einer neuen Charge fort.

Das besondere an dem Ausführungsbeispiel besteht nun darin, daß die Vakuumkammer 1 zumindest an einer Seite offen und mit der offenen Seite abdichtend an ein Werkstück so angesetzt ist, daß ein abgeschlossenes Kammervolumen entsteht, das nur einen interessierenden Oberflächenabschnitt des Werkstückes 3 abdeckt. Man erkennt hier an der offenen Seite der Vakuumkammer 1 eine umlaufende Dichtung 13, die nur prinzipiell die Tatsache der Abdichtung an dieser Fläche darstellen soll. Weiter erkennt man, daß das Kammervolumen dieser Vakuumkammer 1 sehr gering ist, nämlich gerade nur auf den interessierenden Oberflächenabschnitt des Werkstückes 3 und die physikalischen Voraussetzungen hier des PVD-Verfahrens Rücksicht zu nehmen braucht. Die Chargenzeit wird schon wegen des geringen Kammervolumens der Vakuumkammer 1 hier sehr niedrig liegen. Ganz besonders interessant ist das mit der dargestellten Vorrichtung mit der Pufferkammer 10.

Das Verfahren für die dargestellte Vorrichtung ist im allgemeinen Teil der Beschreibung ausführlich beschrieben worden, darauf darf verwiesen werden.

1. Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre, insbesondere zur PVD-Beschichtung von Werkstück-Oberflächen, mit einer Vakuumkammer für das Werkstück, die nach dem Beschicken zum Bearbeiten des Werkstückes evakuiert wird, wobei der Vakuumkammer eine ein mindestens mit dem Kammervolumen der Vakuumkammer vergleichbares Kammervolumen aufweisende Pufferkammer zugeordnet ist, in der Pufferkammer durchgehend, d. h. auch während des Beschickens oder anderweitigen Offenstehens der Vakuumkammer durch dauerndes Abpumpen mittels einer Evakuierungspumpe eine Vakuumatmosphäre eingehalten wird und nach Schließen der Vakuumkammer diese mit der Pufferkammer verbunden und ein unmittelbarer Druckausgleich zwischen den Kammern herbeigeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vakuumkammer zumindest an einer Seite offen ist und mit der offenen Seite abdichtend an ein Werkstück angesetzt wird, daß so ein abgeschlossenes Kammervolumen entsteht, das nur einen interessierenden Oberflächenabschnitt des Werkstückes abdeckt, und daß nach dem Ansetzen nur dieses begrenzte Kammervolumen evakuiert wird.

2. Vorrichtung zur Bearbeitung von Werkstücken in einer Vakuumatmosphäre, insbesondere zur PVD-Beschichtung von Werkstück-Oberflächen, und zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer zum Beschicken mit einem Werkstück offenbaren und wieder abgedichtet verschließbaren Vakuumkammer (1) und mit einer daran anschließbaren Evakuierungspumpe (2), wobei zusätzlich zu der Vakuumkammer (1) eine ein mindestens mit dem Kammervolumen der Vakuumkammer (1) vergleichbares Kammervolumen aufweisende Pufferkammer (10) vorgesehen und mit der Vakuumkammer (1) über eine Druckausgleichsverbindung (11) mit einem Ventil verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumkammer (1) zumindest an einer Seite offen ist und mit der offenen Seite abdichtend an ein Werkstück (3) ansetzbar ist, daß so ein abgeschlossenes Kammervolumen der Vakuumkammer (1) entsteht, das nur einen interessierenden Oberflächenabschnitt des Werkstückes (3) abdeckt und daß nach dem Ansetzen der offenen Seite der Vakuumkammer (1) an das Werkstück (3) die Evakuierung der so geschlossenen Vakuumkammer (1) erfolgt.

3. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Evakuierungspumpe (2) mehrstufig ausgebildet, also als Pumpensystem ausgeführt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

